

Рис. 4. Зависимость степени превращения от температуры в реакции окисления СО

Допирование ионом  $\text{Bi}^{3+}$  катализатора  $\text{Ce}_{0,7}\text{Zr}_{0,2}\text{Gd}_{0,15}$  приводит к увеличению каталитической активности, что связано с образованием анионных вакансий и повышением кислородонакопительной емкости. Установлена зависимость каталитической активности синтезированных катализаторов:  $\text{Ce}_{0,7}\text{Zr}_{0,2}\text{Gd}_{0,05}\text{Bi}_{0,05}$ ,  $\text{Ce}_{0,7}\text{Zr}_{0,2}\text{Sm}_{0,05}\text{Bi}_{0,05}$ ,  $\text{Ce}_{0,7}\text{Zr}_{0,2}\text{Nd}_{0,05}\text{Bi}_{0,05}$  от радиуса иона допанта РЗМ (лантаноидное сжатие).

Литература.

1. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов // М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 с.
2. Matthew J. Pollard, B. André Weinstock, Thomas E. Bitterwolf, Peter R. Griffiths, A. Piers Newbery, John B. Paine III. A mechanistic study of the low-temperature conversion of carbon monoxide to carbon dioxide over a cobalt oxide catalyst. // Journal of catalysis – 2008 – vol. 254 – p. 218-225.
3. Catalysis by ceria and related materials // Ed: Trovarelli A. Catal. Sci. ser. V. 2 – London: Imperial College Press, 2002. – 528 p.

## МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

П.И. Белоногова, М.Ю. Дягелев, к.т.н., доц.

Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашиникова  
426069, г.Ижевск, ул. Студенческая, 7, тел. (3412)-77-60-55

E-mail: polandria@gmail.com

**Аннотация:** В статье рассматриваются проблемы загрязнения сточных вод азотом и фосфором, их влияние на окружающую среду, состояние водоемов. Описаны процессы, протекающие в ходе биологической очистки. Также в статье рассматриваются схемы очистки городских сточных вод от биогенных элементов, используемые на очистных сооружениях, приводится сравнение их эффективности с наилучшими доступными технологиями.

**Abstract:** The article deals with the problems of pollution of sewage with nitrogen and phosphorus, their influence on the environment, the condition of water bodies. The processes occurring during the biological treatment are described. Also, the article deals with the schemes of cleaning urban wastewater from biogenic elements used in treatment plants, compares their effectiveness with the best available technologies.

Одним из важнейших этапов в очистке сточных вод является биологическая очистка, направленная на удаление из механически очищенных стоков органических загрязнений. В их число входят азот и фосфор – биогенные элементы, вызывающие ухудшение состояния водоема. Эти элементы и их соединения способствуют размножению микроорганизмов, «цветение» воды, снижение уровня растворенного кислорода. Такие изменения в водоемах приводят к гибели рыб и растений [1].

Биологическая очистка направлена на минерализацию органических загрязнений, что позволяет снизить концентрацию элементов и расщепить соединения биогенных элементов до веществ, которые легко усваиваются флорой водоема или выделяются в атмосферу, находясь в газообразном состоянии.

Биологическая очистка протекает при участии микроорганизмов - активного ила - в сооружениях, где создаются оптимальные условия для протекания необходимого этапа очистки. Наиболее распространенными сооружениями биологической очистки являются аэротенки, оборудованные системами аэрации, перемешивания и регенерации активного ила. Эти сооружения часто являются основной статьей энергозатрат станции очистки сточных вод (рисунок 1), хотя часто не выполняют свою функцию в необходимой степени [2].

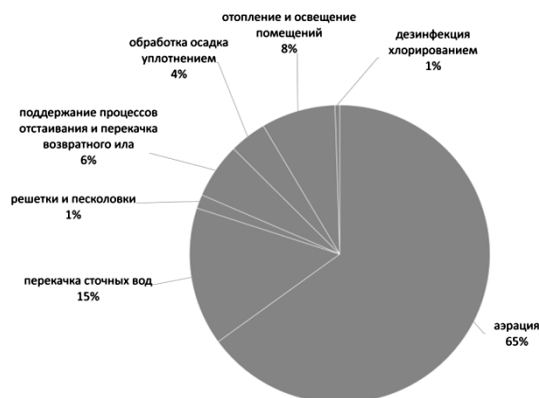


Рис. 1. Распределение энергозатрат в процентном отношении для стандартного комплекса городских очистных сооружений

На большинстве станций очистки применяются устаревшие схемы биологической очистки, которые не обеспечивают необходимого снижения уровня биогенных элементов [3-5]. Для повышения эффективности необходима реконструкция существующих сооружений или строительство новых, соответствующих требованиям по степени очистки по азоту и фосфору. Возможно внедрение новых схем очистки, включающих в себя нитрификацию, денитрификацию и дефосфотацию - процессы удаления азота и фосфора, протекающие при разных концентрациях растворенного кислорода. На рисунках 2 и 3 приведены различные схемы традиционной биологической очистки и с применением технологии глубокого удаления азота и фосфора.

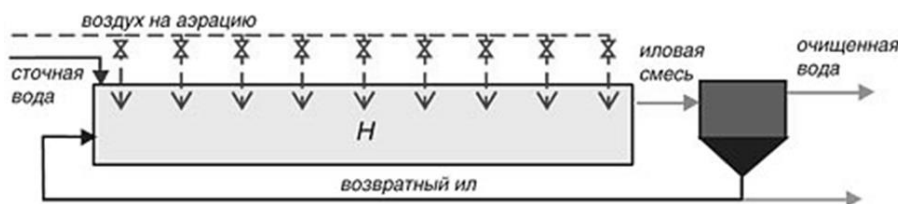


Рис. 2. Принципиальная схема традиционной биологической очистки в системе «аэротенк-вторичный отстойник» (Н – зона нитрификации).

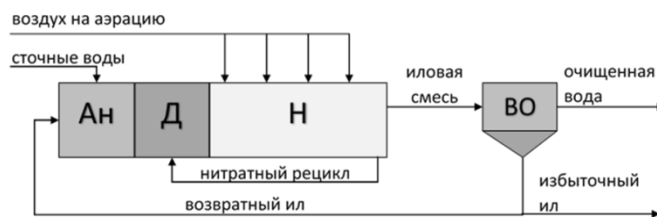


Рис. 3. A2/O – процесс (anaerobic/anoxic/oxic) (Ан – анаэробная зона (нитратов и растворенного кислорода нет); Н – аэробная зона нитрификации (аэробные условия: есть нитраты и растворенный кислород); Д – аноксидная зона денитрификации (аноксидные условия: есть нитраты, растворенного кислорода нет))

Согласно ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [6] одной из наиболее эффективных является технология очистки с биологическим удалением азота и фосфора (БНДФ). Данная технология в значительной степени решает проблему удаления биогенных элементов, но может быть недостаточно эффективной в удалении фосфора. Его глубокое удаление гарантирует последующая доочистка сточных вод. Данная технология не требует затрат и обслуживания, связанного с использованием реагентов, но требует значительных капитальных затрат и повышает затраты на электроэнергию на 20-40% по сравнению с обычной биологической очисткой.

Однако эти затраты можно уменьшить путем использования наиболее оптимальной системы аэрации. Как правило, мелкопузырчатые диффузоры более энергоэффективны чем крупнопузырча-

тые, так как мелкие пузырьки обеспечивают перенос большего количества кислорода. Замена крупнопузырчатых диффузоров или перемешивающих устройств мелкопузырчатыми системами позволяет снизить энергозатраты на аэрацию сточных вод как минимум на 25%. Однако, мелкопузырчатые диффузоры могут требовать более тщательного технического обслуживания по сравнению с крупнопузырчатыми диффузорами для предотвращения засорения. Выбор аэрационного устройства определяется типом и составом сточных вод [1].

#### **Выводы**

Несмотря на немалые затраты на реконструкцию и эксплуатацию сооружений биологической очистки сточных вод, внедрение новых технологий и схем очистки позволяет значительно снизить концентрации загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоем, привести их к предельно допустимым значениям. Повышение эффективности биологической очистки необходимо для поддержания естественного состояния водоемов и окружающей среды.

#### **Литература.**

1. Благодарная Г.И. Энергосбережение при биологической очистке сточных вод. // Ресурсосбережение и энергоэффективность инженерной инфраструктуры урбанизированных территорий: материалы международной конференции. (Харьков, 1-28 февраля 2013 г.) - Харьков, 2013. - С. 111 - 114
2. Белоногова П. И., Дягелев М. Ю. Энергосбережения в процессах очистки сточных вод на примере биологической очистки. // Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности: сборник научных трудов Седьмой Международной научно-технической конференции (Ульяновск, 21-22 апреля 2017 года) – Ульяновск, 2017. – С. 168 – 171
3. Пластинина Е.В., Дягелев М.Ю., Непогодин А.М. Информационное управление при определении технологии очистки сточных вод на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства // В сборнике: Коммуникации в информационном обществе: проблемы и возможности сборник научных статей. ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»; ГУО «Республиканский институт высшей школы». 2017. С. 201-205.
4. Пластинина Е.В., Дягелев М.Ю., Непогодин А.М. Варианты реконструкции биологической ступени очистки сточных вод на существующих очистных сооружениях канализации // В сборнике: Энергосбережение в промышленности, жилищно-коммунальном хозяйстве и агропромышленном комплексе Материалы регионального научно-практического семинара. 2016. С. 177-180.
5. Федосеева А.В., Дягелев М.Ю. Проблемы и методы решения водоотведения малых населенных пунктов // В сборнике: ЯКОВЛЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ сборник докладов XII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С.В. Яковлева. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2017. С. 183-190.
6. Информационно-технической справочник 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов». – М.: Бюро НДТ, 2015. – 377 с.

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА В МУЛЬТИЦИКЛОНЕ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ УСТАНОВКЕ ЦИКЛОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

*Г.И. Беляева<sup>1</sup>, М.Г. Зиганишин<sup>2</sup>, д.т.н., доц.*

*ООО «Газпром трансгаз Казань»<sup>1</sup>,*

*420073, г. Казань, ул.А.Кутуя 41 тел. (843) 221-32-38*

*Казанский Государственный Архитектурно - Строительный Университет<sup>2</sup>*

*420043, г. Казань, ул.Зеленая, 1 тел. (843) 510-46-01*

*E-mail: gulnazka16@mail.ru*

**Аннотация:** В работе представлены результаты численного моделирования потоков в корпусе мультициклона, в двух моделях расположения циклонных элементов. Целью работы является возможность оптимизации расположения входов полуулиточных патрубков циклонных элементов в батарейном циклоне по первой и второй моделям. Они позволяют также более точно учесть гидравлическое сопротивление аппарата при определении наиболее эффективного расположения циклонных элементов.

**Abstract:** The paper presents the results of numerical simulation of flows in the case of multi-cyclone, in two models of the location of the cyclone elements. The aim of this work is the possibility of optimizing the location of entrances palowitch nozzles cyclone elements in the battery cyclone the first and